

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан геологического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова
чл.-корр. РАН Еремин Н.Н.



«25» сентября 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Вар – Алмазоносные породы

Уровень высшего образования:
магистратура

Направление подготовки/ специальность:

05.04.01 Геология

Профиль программы магистратуры:

Геохимия

Магистерская программа:

Петрология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № 6 от 8 сентября 2025 г.)

Москва 2025

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.01 Геология, утвержденным приказом по МГУ от 21.12.2021 № 1404 (в действующей редакции).

Год приема на обучение: 2024

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса "Алмазоносные породы" является получение знаний об алмазоносных горных породах различных генетических типов и условиях их образования.

Задачи - ознакомление с особенностями фазовых ассоциаций алмаза различных генетических типов из алмазоносных метеоритов, импактитов, кимберлитов и лампроитов, метаморфических пород и прочих источников; рассмотрение экспериментальных методов синтеза алмаза и изучение высокобарных минеральных ассоциаций.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс «Алмазоносные породы» дает представление о физических свойствах алмаза и других модификаций углерода, параметрах их термодинамической стабильности и распространенности в природе. Рассматриваются генетические типы алмазоносных пород, включающие в себя метеориты, импактиты, кимберлиты и лампроиты, а также алмазоносные породы высокобарических метаморфических комплексов. Обсуждаются вопросы экспериментального изучения процессов природного алмазообразования.

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** вариативная часть, профессиональный цикл, дисциплина по выбору, курс – 2, семестр – 3.

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** Перечень дисциплин, которые должны быть освоены до начала освоения данной дисциплины: «Минералогия», «Петрология», «Геохимия», «Экспериментальная и техническая петрография», «Петрология мантии». Дисциплина необходима в качестве предшествующей для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

3. **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников**

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ПК-5.М Способен к профессиональной эксплуатации современного полевого/лабораторного оборудования в соответствии с профилем подготовки;	М.ПК-5. И-1. Имеет практические навыки эксплуатации современного полевого/лабораторного оборудования (по профилю подготовки).	Знать: основные методы лабораторного исследования алмазоносных пород; Уметь: ставить экспериментальные задачи по изучению процессов, происходящих при высоких давлениях и температурах; Владеть: подходами изучения алмазоносных горных пород с использованием экспериментального и аналитического оборудования

СПК-4.М Способен использовать различные типы петрологических и петрохимических диаграмм для решения научных и практических петрологических задач.	М.СПК-4. И-1. Знает основные типы петрологических и петрохимических диаграмм.	Знать: основные типы петрологических и петрохимических диаграмм, используемых для реконструкции высокостаринной истории алмазоносных горных пород.
	М.СПК-4. И-2. Понимает базовые принципы построения различных типов петрологических и петрохимических диаграмм.	Уметь: строить петрологические и петрохимические диаграммы, используемые для изучения алмазоносных пород
	М.СПК-4. И-3. Владеет навыками использования различных типов петрологических и петрохимических диаграмм для решения научных и практических петрологических задач.	Владеть: навыками реконструкции истории образования алмазоносных пород при помощи различных типов петрологических и петрохимических диаграмм

4. **Объем дисциплины:** составляет 1 з.е., в том числе 28 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (занятия лекционного типа), 8 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

5. **Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:**

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы	Самостоятельная работа обучающегося, часы * (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)

		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского	Всего	
Раздел 1. Общие представления об алмазе и других полиморфных модификациях углерода.		4		0	4	
Раздел 2. Генетические типы алмазоносных горных пород.		18		0	18	4 часа: Написание реферата по разделу, описание шлифа алмазоносной породы
Раздел 3. Классификации природных вод и графические методы изображения их химического состава.		6		0	6	
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>					4	
Итого	36	28			8	

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1.

Модификации углерода в природе. Основы геохимии углерода. Кристаллохимические особенности и физические свойства модификаций углерода. Положение основных модификаций углерода (алмаз, графит, лонсдейлит, карбин, металлический углерод) на фазовой Р-Т диаграмме. Метастабильные состояния графита и алмаза и их причины.

Алмаз. Морфологические типы (по Ю.Л. Орлову), формы роста, особенности примесного и изотопного составов, физические свойства и внутреннее строение. Применение алмаза. Генетические типы алмаза. Обзор существующих моделей образования алмаза различных генетических типов.

Раздел 2.

Алмазоносные метеориты. Распространенность алмаза, особенности его примесного и изотопного состава. Фазовые ассоциации алмаза метеоритов. Алмазы межзвездной пыли.

Алмазоносные импактиты. Астроблемы – источники импактных алмазов. Геологическая позиция. Примеры алмазоносных астроблем (Попигайская и Аризонская), их строение и петрологические особенности. Минеральные ассоциации алмазоносных импактитов и оценка параметров ударного метаморфизма. Эксперимент в изучении алмазоносных импактитов.

Алмазоносные кимберлиты. Геолого-тектоническая позиция и возраст кимберлитовых тел. Петрохимия кимберлитов. Минералы-индикаторы алмаза и критерии алмазоносности кимберлитов. Алмазоносные ксенолиты (гранатовые перидотиты и эклогиты). Алмазоносные лампроиты. Россыпные месторождения алмаза.

Включения в алмазе. Расплав/флюидные включения, их состав, типы и значение для реконструкции среды природного алмазообразования. Кристаллические включения: прото-, син- и эпигенетические типы. Подразделение сингенетических включений на перидотитовую и эклогитовую ассоциации. Термобарометрия включений. Ультравысококобарные алмазы с включениями фаз переходной зоны и нижней мантии.

Алмазоносные метаморфические породы. Примеры алмазоносных метаморфических комплексов: Кокчетав (Казахстан), Дабешань (Китай), их петрологические особенности и фазовые ассоциации алмаза. Р-Т тренды эволюции алмазоносных метаморфических комплексов.

Раздел 3.

Эксперимент в изучении алмазообразования. Синтез алмаза при низком давлении (пиролиз, CVD- процесс). Экспериментальное изучение алмазообразования при высоких РТ-параметрах и его приложение к природным процессам. Нуклеация алмаза в средах различного химического состава, параметры процессов и их основные характеристики.

Экспериментальное изучение фазовых отношений в мантийных алмазообразующих средах. Химизм среды природного алмазообразования. Критерии алмазообразующей эффективности различных химических сред. Алмазообразование в многокомпонентных хлорид-сульфид-силикат-карбонатных средах с природным химизмом.

Содержание лекционного курса.

Лекция 1. Обсуждаются главные модификации углерода их положение на фазовой Р-Т диаграмме. Рассматриваются особенности геохимии углерода, кристаллохимии и физических свойств его модификаций, а также причины широко проявленных метастабильных состояний графита и алмаза. Рассматриваются морфологические типы, формы роста, особенности примесного и изотопного составов, физические свойства и внутреннее строение природных алмазов.

Лекция 2. Обсуждаются генетические типы алмазоносных горных пород. Проводится обзор существующих моделей образования алмаза различных генетических типов. Дается краткая характеристика алмазоносных метеоритов и импактитов, кимберлитов и лампроитов, метаморфических пород, а также прочих алмазоносных образований. Обсуждается распространенность алмаза, особенности его примесного и изотопного состава и фазовые ассоциации.

Лекция 3. Обсуждается экспериментальное изучение алмазообразования. Рассматривается синтез алмаза при низком давлении (пиролиз, CVD- процесс), а также экспериментальное изучение алмазообразования при высоких РТ-параметрах и его приложение к природным процессам.

На семинарах студенты знакомятся с минералого-петрографическими характеристиками кимберлитов и лампроитов из алмазоносных трубок, проводят петрографическое описание мантийных ксенолитов из кимберлитов. Рассматриваются методические аспекты экспериментального изучения фазовых отношений в мантийных алмазообразующих средах. Производится реконструкция химизма среды природного алмазообразования на основе применения критериев алмазообразующей эффективности различных химических сред. Обсуждается

алмазообразование в многокомпонентных хлорид-сульфид-силикат-карбонатных средах с природным химизмом. Ключевые вопросы курса анализируются в форме подготовки студентами презентаций и докладов.

Самостоятельная работа студентов включает описание шлифов кимберлитов и мантийных ксенолитов (перидотитов и эклогитов) и написание реферата по основным разделам курса.

6. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю):

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Для текущего контроля проводятся устные опросы по материалам предыдущих занятий.

В течение семестра студентам предлагается самостоятельно описать и определить образцы и шлифы кимберлитов и мантийных ксенолитов из алмазоносных трубок. Предусмотрено написание краткого реферата по предлагаемым темам, а также проведение двух контрольных опросов по первому и третьему разделам курса.

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

Модификации углерода и их положение на фазовой Р-Т диаграмме.

1. Причины метастабильных состояний графита и алмаза.
2. Морфологические типы и формы роста природных алмазов.
3. Особенности примесного и изотопного составов, физические свойства и внутреннее строение природных алмазов.
4. Генетические типы алмаза.
5. Алмазоносные метеориты, распространенность алмаза, особенности его примесного и изотопного состава и фазовые ассоциации.
6. Алмазоносные импактиты, минеральные ассоциации алмазоносных импактитов и оценка параметров ударного метаморфизма.
7. Алмазоносные астроблемы, их геологическая позиция, строение и петрологические особенности.
8. Алмазоносные кимберлиты, их петрохимия, геолого-тектоническая позиция и возраст кимберлитовых тел.
9. Минералы-индикаторы алмаза и критерии алмазоносности кимберлитов.
10. Алмазоносные ксенолиты (гранатовые перидотиты и эклогиты).
11. Алмазоносные лампроиты.
12. Россыпные месторождения алмаза.
13. Расплавы/флюидные включения в алмазе, их типы, состав и термобарометрия.
14. Кристаллические включения в алмазах перидотитового и эклогитового типов.
15. Ультравысококобарные алмазы с включениями фаз переходной зоны и нижней мантии.
16. Алмазоносные метаморфические породы и примеры алмазоносных метаморфических комплексов.
17. Алмазоносные породы, их петрологические особенности, фазовые ассоциации алмаза и Р-Т тренды эволюции.
18. Синтез алмаза при низком давлении (пиролиз, CVD- процесс).
19. Экспериментальное изучение алмазообразования при высоких РТ-параметрах и его приложение к природным процессам.

20. Экспериментальное изучения фазовых отношений в мантийных алмазообразующих средах.

21. Химизм среды природного алмазообразования по экспериментальным данным.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине применяется для всех типов контроля

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания систематики и номенклатуры главных типов алмазоносных горных пород; условий образования алмаза и его фазовых ассоциаций в породах различного типа.	Знания отсутствуют или весьма фрагментарны	Знания систематические, но возможна их недостаточная структурированность или наличие небольших пробелов
Умения применять полученные знания к реконструкции высокобарической истории алмазоносных горных пород и других мантийных образований; ставить экспериментальные задачи по изучению процессов, происходящих при высоких давлениях и температурах, использовать петрологические и петрохимические диаграммы для интерпретации экспериментальных и аналитических результатов	Отсутствие умений или весьма несистематическое умение	В целом успешное умение применять полученные знания к реконструкции высокобарической истории алмазоносных горных пород и анализу экспериментальной и аналитической информации, но с возможными отдельными пробелами непринципиального характера
Владение подходами к всестороннему изучению алмазоносных горных пород с использованием классических и современных петрографических методов.	Отсутствие навыков владения современными и классическими петрографическими методами или наличие только отдельных навыков	Сформированные навыки использования современных и классических петрографических методов изучения алмазоносных пород, но возможно их использование не в активной форме

7. Ресурсное обеспечение

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

а) основная литература:

1. Буланова Г.П., Барашков Ю.П., Тальникова С.Б., Смелова Г.Б. Природный алмаз – генетические аспекты Новосибирск: Наука. 1993.
2. Соболев Н.В. Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии. Новосибирск: Наука. 1974.
3. Доусон Дж. Кимберлиты и ксенолиты в них. М.: Мир. 1983.
4. Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. М.: Наука. 1984.
5. Посухова Т.В., Гаранин В.К., Гаранин К.В. Минералогия месторождений алмаза. М.: МАКС-Пресс. 2012.

6. Бобров А.В., Литвин Ю.А., Дымшиц А.М. Экспериментальные исследования карбонатно-силикатных систем мантии в связи с проблемой алмазообразования. М.: ГЕОС. 2011.

б) дополнительная литература:

1. Гаранин В.К., Кудрявцева Г.П., Марфунин А.С., Михайличенко О.А. Включения в алмазе и алмазоносные породы. М.: Изд-во МГУ, 1991
2. Лаврова Л.Д., Печников В.А., Плешаков А.М. и др. Новый генетический тип алмазных месторождений. М.: Научный мир. 1999.
3. Фельдман В.И. Астроблемы – звездные раны Земли // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 9. С. 67-74.
4. Navon O. Diamond formation in the Earth's mantle. Proceedings of the VII Intern. Kimberlite Conf., 1999, vol. 2, pp. 584-604.
5. Taylor L.A., Anand M. Diamonds: time capsules from the Siberian mantle. Chemie der Erde 2004, vol. 64, pp.1–74.

- Перечень лицензионного программного обеспечения: нет
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем: нет
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: нет
- Описание материально-технической базы:
 - а) помещение – аудитория, рассчитанная на группу из 15 учащихся
 - б) оборудование – поляризационные микроскопы, в том числе проекционный микроскоп, снабженный цифровой фотокамерой с возможностью вывода на монитор и экран, мультимедийный проектор, компьютер, экран, выход в Интернет;
 - в) иные материалы – коллекция пород и шлифов кимберлитов и мантийных ксенолитов из алмазоносных трубок.

8. Язык преподавания – русский.

9. Преподаватель: д.г.-м.н., проф. Бобров А.В.

10. Разработчики программы: – д.г.-м.н. , проф. Бобров А.В.